

**Stratigraphie du Pléistocène de la région de Thetford
Mines-Asbestos, Québec**
**Pleistocene Stratigraphy of the Thetford Mines-Asbestos Area,
Québec**
**Pleistozän-Stratigraphie der Gegend von Thetford
Mines-Asbestos, Québec**

Pierrette L. Turcotte, Michel A. Bouchard et Luc Chauvin

Volume 43, numéro 2, 1989

URI : <https://id.erudit.org/iderudit/032765ar>

DOI : <https://doi.org/10.7202/032765ar>

[Aller au sommaire du numéro](#)

Éditeur(s)

Les Presses de l'Université de Montréal

ISSN

0705-7199 (imprimé)

1492-143X (numérique)

[Découvrir la revue](#)

Citer cet article

Turcotte, P. L., Bouchard, M. A. & Chauvin, L. (1989). Stratigraphie du Pléistocène de la région de Thetford Mines-Asbestos, Québec. *Géographie physique et Quaternaire*, 43(2), 131–146. <https://doi.org/10.7202/032765ar>

Résumé de l'article

Cet article définit formellement les trois unités stratigraphiques qui constituent la séquence pléistocène dans la région de Thetford Mines-Asbestos. Le Till de Norbestos, la formation la plus ancienne, se subdivise en deux membres distincts par leur composition et leur structure. Les membres inférieur et supérieur représentent des tills sous-glaciaires de provenance différente : le premier en provenance du nord-est et le second, du nord-ouest. La deuxième unité, la Formation du Ruisseau Perry, représente un épisode non glaciaire durant lequel un bassin lacustre a occupé l'ensemble de la région. La sédimentation dans ce bassin lacustre, à proximité du front glaciaire, se traduit par une alternance de lits rythmiques et de diamictons. La troisième unité, le Till de Thetford Mines, correspond au dernier événement glaciaire survenu dans la région. Quoique la composition de ce till ne varie pas, des différences texturales et structurales permettent de reconnaître deux faciès. Les deux faciès sont associés à un écoulement glaciaire en provenance du nord-ouest, mais leur mode de mise en place diffère : le faciès inférieur a été déposé à la base de la glace, mais le faciès supérieur a été mis en place en partie par fusion de glace stagnante et en partie par des mouvements gravitaires. La séquence tripartite pleistocene de la région de Thetford Mines-Asbestos concorde avec la chronologie des écoulements glaciaires proposée par Lortie et Martineau et s'apparente à la partie supérieure des séquences pleistocenes du bassin de la rivière Chaudière qu'ont définie Shilts et Smith et celle des basses terres du Saint-Laurent définie par Lamothe.

STRATIGRAPHIE DU PLÉISTOCÈNE DE LA RÉGION DE THETFORD MINES- ASBESTOS, QUÉBEC

Pierrette L. TURCOTTE, Michel A. BOUCHARD et Luc CHAUVIN; les deux premiers auteurs: Département de géologie, Université de Montréal., C.P. 6128, succ. «A», Montréal, Québec H3C 3J7; le troisième auteur: Ministère de l'Énergie et des Ressources du Québec, 1620, boulevard de l'Entente, Sainte-Foy, Québec G1S 4S7.

ABSTRACT *Pleistocene stratigraphy of the Thetford Mines-Asbestos area, Québec.* This paper defines three lithostratigraphic units within Pleistocene sediments of the Thetford Mines-Asbestos area. The oldest unit, the Norbestos Till, is subdivided into two members on the basis of composition and structure. Both members are basal tills but provenance changed from northeast to northwest between the lower and upper members respectively. The second unit, the Ruisseau Perry Formation represents a non-glacial period during which lacustrine conditions extended over the area. Proximity to the ice front during this lacustrine episode is manifested by an alternation of rhythmites and diamictons within this unit. The Thetford Mines Till overlies the Ruisseau Perry Formation and depicts the last glacial advance into this area. Composition of the till is uniform and flow was from the northwest throughout. However, textural and structural characteristics permit subdivision into two facies which reflect changing processes of deposition. Sedimentation at the base of the ice in the lower part of the till was succeeded by deposition from melting of stagnant ice and sediment gravity flows. This threefold sequence supports the chronology of ice flows proposed by Lortie and Martineau and correlates well with the upper part of the Pleistocene stratigraphies of the Chaudière Valley as defined by Shilts and Smith, and the St. Lawrence Lowlands as defined by Lamothe.

RÉSUMÉ Cet article définit formellement les trois unités stratigraphiques qui constituent la séquence pléistocène dans la région de Thetford Mines-Asbestos. Le Till de Norbestos, la formation la plus ancienne, se subdivise en deux membres distincts par leur composition et leur structure. Les membres inférieur et supérieur représentent des tills sous-glaciaires de provenance différente: le premier en provenance du nord-est et le second, du nord-ouest. La deuxième unité, la Formation du Ruisseau Perry, représente un épisode non glaciaire durant lequel un bassin lacustre a occupé l'ensemble de la région. La sédimentation dans ce bassin lacustre, à proximité du front glaciaire, se traduit par une alternance de lits rythmiques et de diamictons. La troisième unité, le Till de Thetford Mines, correspond au dernier événement glaciaire survenu dans la région. Quoique la composition de ce till ne varie pas, des différences texturales et structurales permettent de reconnaître deux faciès. Les deux faciès sont associés à un écoulement glaciaire en provenance du nord-ouest, mais leur mode de mise en place diffère: le faciès inférieur a été déposé à la base de la glace, mais le faciès supérieur a été mis en place en partie par fusion de glace stagnante et en partie par des mouvements gravitaires. La séquence tripartite pléistocène de la région de Thetford Mines-Asbestos concorde avec la chronologie des écoulements glaciaires proposée par Lortie et Martineau et s'apparente à la partie supérieure des séquences pléistocènes du bassin de la rivière Chaudière qu'ont définie Shilts et Smith et celle des basses terres du Saint-Laurent définie par Lamothe.

ZUSAMMENFASSUNG *Pleistozän-Stratigraphie der Gegend von Thetford Mines-Asbestos, Québec.* Dieser Artikel bestimmt genau die drei stratigraphischen Einheiten, welche die Pleistozän-Sequenz in der Gegend von Thetford Mines-Asbestos darstellen. Die Grundmoräne von Norbestos, die älteste Formation, teilt sich in zwei durch ihre Zusammensetzung und Struktur verschiedene Teile auf. Der untere und der obere Teil sind unterglaziale Grundmoränen verschiedener Herkunft: die erstere stammt aus dem Nordosten und die letztere aus dem Nordwesten. Die zweite Einheit, die Ruisseau-Perry-Formation, repräsentiert eine nichtglaziale Periode, während der ein See-Bassin die ganze Gegend eingenommen hatte. Die Sedimentierung in diesem See-Bassin in unmittelbarer Nähe der glazialen Front kommt durch den Wechsel von Rythmiten und Diamiktions zum Ausdruck. Die dritte Einheit, die Grundmoräne von Thetford Mines, entspricht dem zuletzt in der Gegend aufgetretenen glazialen Ereignis. Obwohl die Zusammensetzung dieser Grundmoräne einheitlich ist, lassen Unterschiede in Beschaffenheit und Struktur zwei Fazies erkennen. Beide Fazies werden mit einer glazialen Strömung aus dem Nordwesten in Verbindung gebracht, aber ihre Ablagerung ist unterschiedlich: Die untere Fazies ist an der Eisbasis abgelagert worden, während die obere Fazies zum Teil durch Schmelzen von stagnierendem Eis und zum Teil durch Gravitationsbewegungen abgelagert worden ist. Die dreigeteilte Pleistozän-Sequenz der Gegend von Thetford Mines-Asbestos stimmt mit der von Lortie und Martineau überein und passt zu dem oberen Teil der Pleistozän-Sequenzen des Chaudière-Flussbeckens, wie sie von Shilts und Smith bestimmt worden sind sowie der von Lamothe festgesetzten Chronologie zur Tiefebene des Sankt-Lorenz-Stroms.

INTRODUCTION

Le but de cet article est de définir d'une façon formelle la séquence des unités stratigraphiques d'âge pléistocène des bassins des rivières Nicolet et Bécancour dans la région de Thetford Mines-Asbestos, au Québec, et de décrire les coupes types ainsi que les coupes de référence des différentes unités. La nomenclature stratigraphique utilisée ici a d'abord été présentée en partie de façon informelle par Chauvin (1982), Valade *et al.* (1982), et par Bouchard *et al.* (1987).

La région occupe une position mitoyenne entre les bassins des rivières Chaudière, au nord-est et à l'est, et Saint-François, au sud et à l'ouest, et du Saint-Laurent (basses terres) au nord-ouest (fig. 1). Dans ces bassins ont été définies respectivement ce qu'il est convenu d'appeler la stratigraphie du Quaternaire des Appalaches du sud-est du Québec (McDonald et Shilts, 1971) et la stratigraphie du Quaternaire des basses terres du Saint-Laurent (Gadd, 1971; Lamothe, 1985). Une nomenclature séparée désigne les unités stratigraphiques des bassins des rivières Nicolet et Bécancour afin d'éviter le piège de la corrélation *a priori* avec l'une ou l'autre des séquences définies pour les bassins adjacents.

LA RÉGION DE THETFORD MINES-ASBESTOS

La région de Thetford Mines-Asbestos occupe une zone de bas plateau dans les hautes terres appalachiennes du Québec méridional (Sanford et Grant, 1977) (fig. 1). Le relief y est faible, l'altitude moyenne est de 300 m, et seuls quelques monts atteignent 500 m et plus (e.g. le mont Ham, 700 m). L'extrémité orientale de la région fait partie des monts Notre-Dame. L'altitude moyenne y est plus élevée (400 m) et plusieurs sommets excèdent 500 m d'altitude. Au sud-ouest, le bas plateau rejoint des terres hautes qui sont l'extension vers le nord-est des monts Sutton. Dans la région de Thetford Mines-Asbestos, la pente régionale vers le nord-ouest a amené durant les périodes de déglaciation la formation d'importants bassins lacustres, lorsque le glacier en retrait vers le nord-ouest empêchait le drainage des principales rivières tributaires du Saint-Laurent, notamment dans les cours supérieurs des rivières Nicolet et Bécancour.

Les roches de la région sont principalement d'âge paléozoïque inférieur; elles forment des bandes de roches surtout métasédimentaires et métavolcaniques. Des bandes de roches ophiolitiques orientées NO-SE traversent la région dans sa

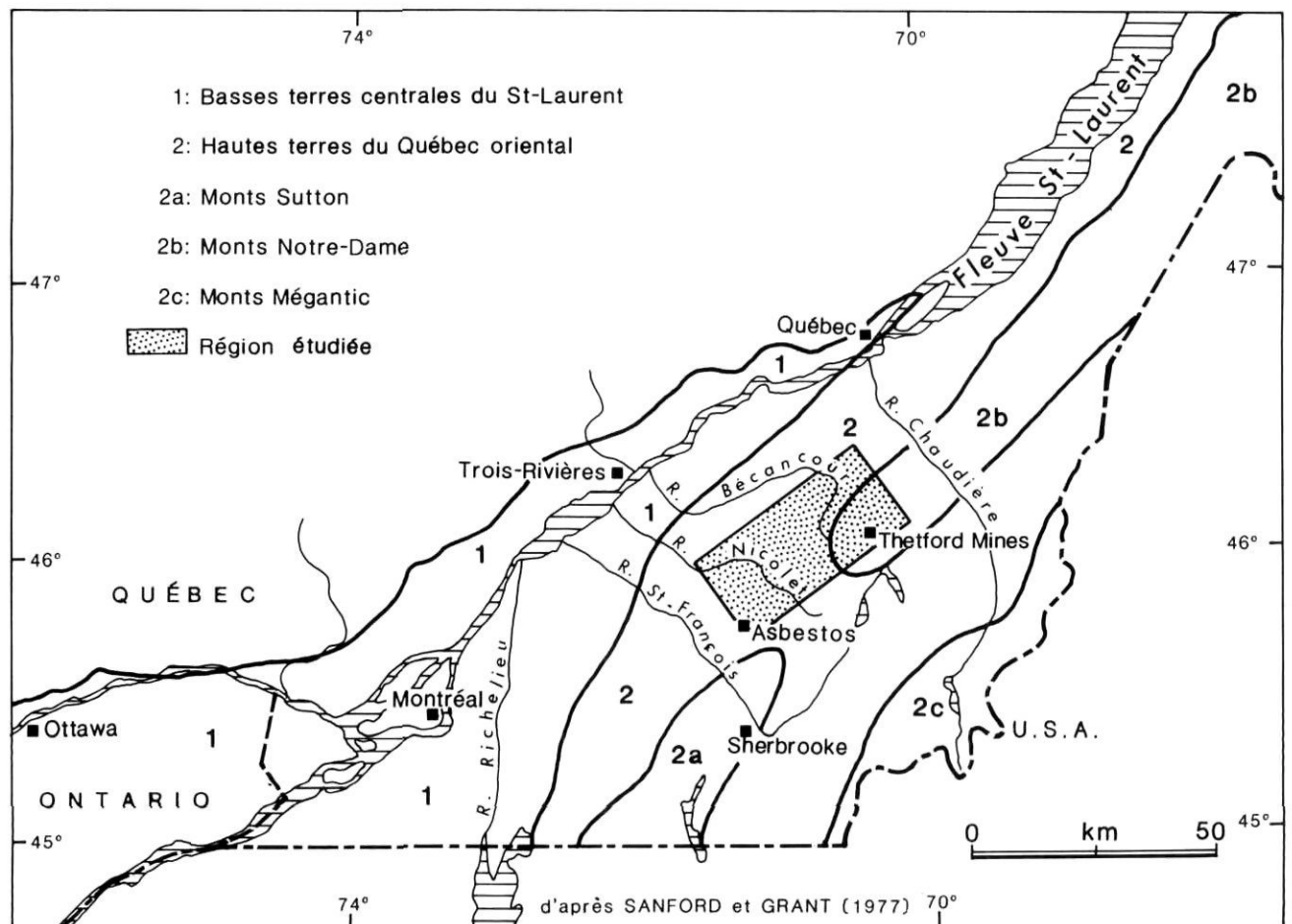


FIGURE 1. Localisation, à l'intérieur des divisions physiographiques du sud-est québécois, de la région à l'étude.

Location of the study area within the physiographic subdivisions of southeastern Québec.

partie centrale (fig. 2). Le principal complexe, celui de Thetford Mines, s'étend sur une distance de plus de 55 km. Il inclut toute la gamme des roches particulières aux ophiolites (dunite et périclase, gabbro, diorite, granite et granodiorite, basalte et andésite à coussinets, schiste à blocs; St-Julien, 1972). Plusieurs de ces bandes fournissent d'excellents indicateurs lithologiques locaux tant dans les dépôts glaciaires au niveau des cailloux et de la géochimie de la fraction fine (Shilts, 1973 a et b) que dans les dépôts alluvionnaires au niveau des minéraux lourds (Maurice, 1986). L'influence des lithologies ultramafiques se manifeste par un enrichissement relatif en Ni, Cr, Co, Fe et Mg (Shilts, 1978, 1981; Shilts et Smith, 1987). Parmi ces éléments, le Ni et le Co ont été utilisés. Par ailleurs, des variations dans les teneurs en Mn se sont révélées discriminantes quant à la provenance des tills. Dans le complexe ophiolitique de Thetford Mines la concentration en Ni atteint environ 2000 ppm, alors que le bruit de fond régional varie entre 20 et 40 ppm (Shilts, 1973a; Parent, 1987).

LES LEVÉS STRATIGRAPHIQUES

Les données stratigraphiques proviennent de quatorze coupes réparties à travers la région (fig. 3) et localisées au nord ou à l'ouest de la bande ophiolitique à l'exception de la coupe n° 12 située au sud-est de cette bande. Ces coupes ont d'abord été levées par le troisième auteur durant les étés 1978 et 1979. Après nettoyage des coupes à l'aide de jets d'eau sous pression, toutes les unités ont été décrites et échantillonnées (Chauvin, 1979 a et b). Au cours des étés 1985 et 1986 certaines coupes ont été revisitées, entre autres les coupes types et de référence. Les corrélations des unités entre les différentes coupes (fig. 3b) ont été effectuées à partir des données lithologiques, pétrologiques, structurales, de même qu'à partir de la position stratigraphique des unités. Les données sur la composition des différentes unités renseignent principalement sur la provenance des tills, à savoir appalachienne ou laurentienne. Les données géochimiques

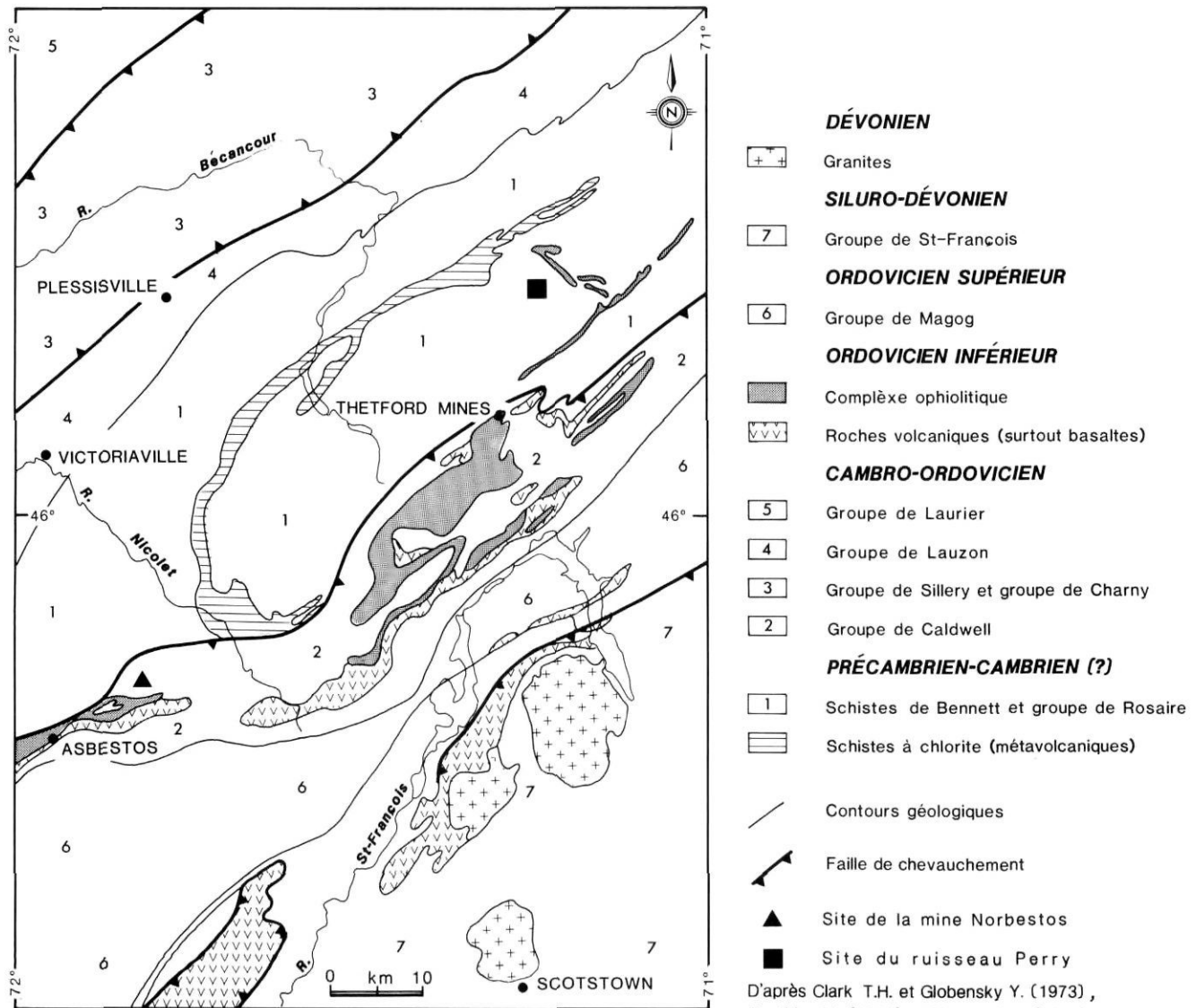


FIGURE 2. Carte géologique de la région de Thetford Mines-Asbestos.

Bedrock geology of the Thetford Mines-Asbestos area.

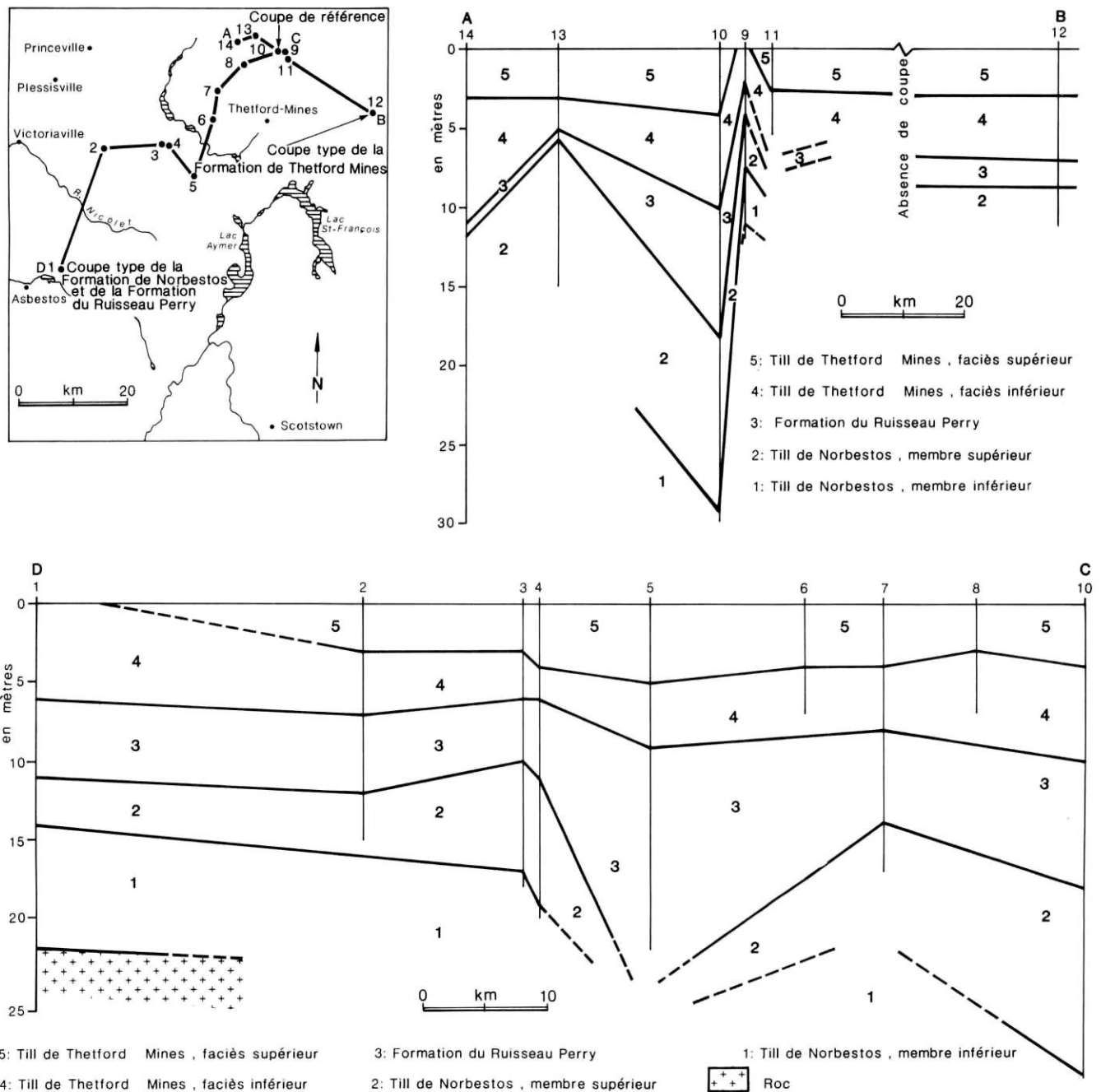


FIGURE 3. Localisation des sites étudiés et des transects AB et CD. Corrélation des unités lithostratigraphiques des sites étudiés.

Location of the sections in the study area and of transects AB and CD. Lithostratigraphic correlations between the studied sections.

proviennent des analyses de la fraction inférieure à $63 \mu\text{m}$ des tills et ont été obtenues par absorption atomique. Les données structurales, incluant les mesures d'orientation des cailloux renseignent sur les écoulements glaciaires. Seuls les cailloux dont le grand axe est deux fois supérieur à l'axe intermédiaire ont été mesurés. Les données sur l'orientation et l'inclinaison du grand axe des cailloux ont été analysées par la méthode des eigenvecteurs, telle que l'a décrite Mark

(1973, 1974). Le tableau I résume les principales caractéristiques des échantillons à savoir: 1) l'azimut et la plongée du principal eigenvecteur (VI), c'est-à-dire celui qui est parallèle au regroupement maximal du grand axe des cailloux de l'échantillon; 2) les valeurs S1 et S3 qui représentent la force du premier eigenvecteur et celle du troisième eigenvecteur. Ces deux valeurs sont normalisées pour le nombre de données comprises dans l'échantillon.

TABLEAU I

Eigenvecteurs et valeurs eigen associées des données d'orientation et d'inclinaison du grand axe des cailloux des unités de till

N° de la coupe (cf. fig. 3a)	N	Azimut (°)	V ₁ Plongée (°)	S ₁	S ₃
1. Till de Norbestos					
a) Membre supérieur					
1 b	100	120,2	7,6	,614	,056
1 c	78	137,1	12,5	,446	,160
10	50	210,7	6,7	,700	,064
10	100	192,3	10,7	,781	,063
10	50	189,1	9,0	,509	,146
9 b	100	186,0	15,2	,641	,118
9 a	100	124,6	5,5	,793	,046
3 a	50	341,5	14,2	,673	,147
3 b	50	1,6	8,6	,661	,141
3 b	50	123,9	0,1	,790	,047
4	50	185,0	1,4	,766	,053
b) Membre inférieur					
1 b	66	144,5	14,0	,814	,038
1 b	100	151,2	27,3	,906	,023
1 c	100	227,1	13,9	,669	,067
1 c	100	156,3	15,3	,715	,069
9	100	219,5	8,2	,648	,066
3	50	182,0	3,2	,634	,069
4	50	60,4	9,4	,742	,084
2. Till de Thetford Mines					
a) Faciès supérieur					
10	50	277,3	13,0	,614	,075
4	50	12,6	0,6	,519	,080
6	50	303,9	3,2	,769	,072
13	100	216,3	41,4	,504	,180
2	50	224,9	3,0	,563	,072
12	50	280,0	4,2	,681	,080
11	50	258,1	10,4	,468	,143
b) Faciès inférieur					
11	47	292,2	9,4	,806	,045
12	50	301,9	14,4	,852	,039
12	50	291,5	3,3	,673	,072
12	50	283,2	12,3	,635	,166
2	50	311,8	20,4	,528	,126
2	50	292,5	6,7	,798	,027
2	50	93,6	6,0	,613	,080
5	70	306,6	8,1	,729	,085
13	75	341,1	12,8	,685	,060
13	100	336,8	11,9	,819	,055
6	50	116,2	0,8	,803	,048
6	50	116,7	0,1	,865	,040
6	50	114,8	5,1	,770	,111
6	50	131,3	11,6	,802	,084
10	50	200,1	20,1	,700	,112
1 b	100	109,5	26,6	,600	,155
3	50	172,2	11,0	,537	,176
4	50	182,7	16,7	,676	,147

Toutes les valeurs S₁ et S₃ sont significatives au taux de fiabilité de 95%.

N = nombre de données par échantillon

LA SÉQUENCE STRATIGRAPHIQUE

La stratigraphie du Pléistocène de la région de Thetford Mines-Asbestos comprend trois unités lithostratigraphiques : une unité non glaciaire intercalée entre deux ensembles de till. Toutes ces unités sont présumées d'âge wisconsinien. Les trois unités sont désignées, de la plus ancienne à la plus récente : le Till de Norbestos, la Formation du Ruisseau Perry et le Till de Thetford Mines.

Le Till de Norbestos et la Formation du Ruisseau Perry apparaissent dans la même coupe type constituée d'une série de coupes à la mine Norbestos (coupe n° 1, fig. 3). Ils apparaissent également dans une coupe de référence le long du ruisseau Perry (coupe n° 10, fig. 3). La coupe type du Till de Thetford Mines est exposée le long du ruisseau Dupuis (coupe n° 12, fig. 3). Ces diverses coupes sont décrites en annexe.

LE TILL DE NORBESTOS

Le Till de Norbestos représente le dépôt glaciaire le plus ancien. Il est présent à la base de dix des quatorze coupes étudiées. À partir de ses caractéristiques texturales, pétrologiques, géochimiques et structurales, le Till de Norbestos peut être subdivisé en deux membres. Les deux membres sont particulièrement bien exposés aux coupes de la mine Norbestos (fig. 4), d'où est tiré le nom de l'unité. Le Till de Norbestos correspond aux tills I et II de Chauvin (1979 a et b) de même qu'au «*drift unit A*» de Parent (1984, 1987).

Membre inférieur

La composition et la structure du membre inférieur du Till de Norbestos indiquent une provenance du nord-est et une mise en place à la base du glacier. Le membre inférieur affleure à cinq des dix coupes où le till est observé ; il fait en moyenne 3,1 m d'épaisseur. Dans la région, son épaisseur varie de moins de 1 à plus de 8 m. À la coupe type, il repose directement sur la roche de fond ; ailleurs, le contact inférieur n'a pas été observé. Il s'agit d'un till de couleur gris vert, très compact, peu fissile, massif et à matrice silto-argileuse. La teneur en cailloux est variable et ce, même à l'intérieur d'une coupe ; les cailloux sont sub-anguleux, souvent striés. Les données géochimiques et pétrologiques proviennent de la coupe type et de référence. La matrice du membre inférieur est relativement riche en Ni, Co et Mn (fig. 5). La teneur en Ni varie entre 60 et 100 ppm. La fraction grossière (supérieure à 2 mm) est constituée en grande partie d'éléments appalachiens locaux incluant quelques ultramafiques ; les cailloux précambriens sont rares (tabl. II). La provenance de l'unité paraît donc locale. En effet, la source probable du Ni et Co semble être la bande ophiolitique située au nord-est et à l'est des coupes étudiées. De même, la teneur élevée en Mn, normalement associée aux roches mafiques et ultramafiques (Saarnisto et Taipale, 1985), confirme cette provenance.

Les diagrammes d'orientation des cailloux du membre inférieur du Till de Norbestos montrent des populations en majorité unimodales avec des maxima relativement bien marqués, indiquant une orientation préférentielle des cailloux dans une direction variant du N-S au NE-SO. Un seul site

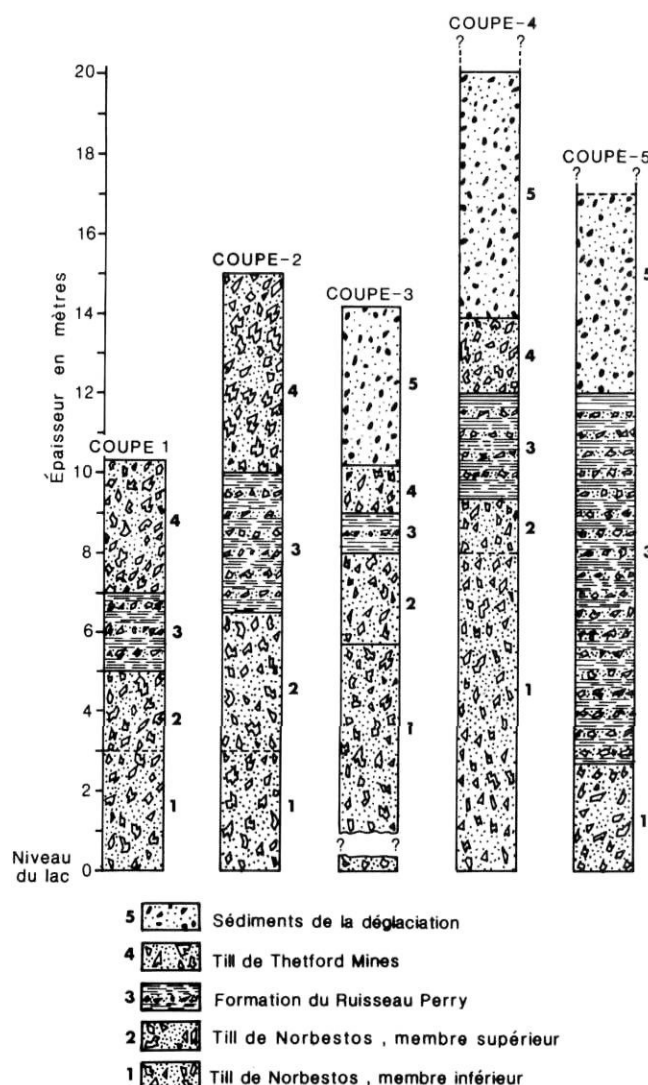


FIGURE 4. Unités lithostratigraphiques des cinq coupes étudiées au site de la mine Norbestos (site n° 1, fig. 3a).

Lithostratigraphic units at the five sections studied at the Norbestos site (site # 1, Fig. 3a).

(n° 1b) montre une orientation NO-SE. La dispersion des azimuts du principal eigenvecteur est faible. Les valeurs de plongée du premier vecteur (VI) varient peu, soit entre 3,2° et 14°, à l'exception d'un site où la plongée atteint 27,3°. Le regroupement des données autour de l'axe majeur et du plan préférentiel est grand (fig. 6, tableau I).

Parent (1984, 1987) a recueilli deux trames de till provenant de la partie inférieure du till de Norbestos à la coupe de la mine Norbestos. Celles-ci montrent un alignement préférentiel différent de celui observé dans nos mesures, soit dans une direction E-O.

Membre supérieur

La composition et la structure du membre supérieur du Till de Norbestos indiquent qu'il a été mis en place à la base de la glace par un écoulement en provenance du nord-ouest. Ce membre du Till de Norbestos fait en moyenne 2,5 m

d'épaisseur. Régionalement, l'épaisseur varie de moins de 1 à plus de 7 m. Le contact avec le membre inférieur est très net par endroits, marqué par un alignement de blocs; ailleurs, il peut être plus flou, indiqué par un changement de couleur. Aucune zone d'altération n'a été notée à ce contact. Le membre supérieur du Till de Norbestos est un till gris, compact, à matrice silto-argileuse ou sablonneuse. Il diffère du membre inférieur principalement par ses caractéristiques structurales, pétrologiques et géochimiques: 1) en comparaison avec l'unité inférieure généralement massive, le membre supérieur montre des plans de cisaillement bien définis (principalement à la coupe du ruisseau Perry). Les données d'orientation et d'inclinaison des cailloux sont similaires à celles du membre inférieur quant à la structure des diagrammes, au degré de plongée de VI et au regroupement des données autour du vecteur moyen (fig. 6, tabl. I); elles diffèrent cependant au niveau de l'azimut de VI: l'axe majeur indique une orientation préférentielle dans une direction variant du NO-SE au N-S; 2) le membre supérieur contient moins de cailloux ultramafiques mais plus de fragments de roches précambriennes provenant du nord-ouest (tabl. II); 3) la matrice est moins riche en Mn, Ni et Co (fig. 5). La composition et la structure de ce membre indiquent une provenance du nord-ouest.

Pour l'ensemble du Till de Norbestos, la composition de la fraction grossière confirme les analyses géochimiques de la fraction fine et s'accorde avec les indices structuraux. Ces données indiquent: 1) une mise en place du membre inférieur du Till de Norbestos par un écoulement glaciaire provenant du nord-est, incorporant ainsi peu d'éléments précambriens et une plus forte proportion d'ultramafiques (fig. 5); 2) une mise en place du membre supérieur par un écoulement glaciaire du nord-ouest à charge, en partie constituée de fragments provenant du Bouclier (fig. 5). L'absence d'une zone d'altération séparant les deux membres laisse croire à une englaciation continue de la région au moment de l'accumulation des deux membres du Till de Norbestos.

Pour l'ensemble de la région d'Asbestos-Valcourt, Parent (1984, 1987) conclut à une mise en place de la partie inférieure du Till de Norbestos par un écoulement glaciaire vers l'ouest, alors que la partie supérieure du Till de Norbestos aurait été mise en place par une glace s'écoulant vers le nord. Ces conclusions semblent contredire l'ensemble des observations rapportées ici.

LA FORMATION DU RUISSEAU PERRY

Les sédiments de la Formation du Ruisseau Perry sont présents dans les onze coupes visitées et se trouvent toujours dans une position stratigraphique intermédiaire entre le Till de Norbestos, au-dessous, et le Till de Thetford Mines, au-dessus, à l'exception d'un site où ils forment la base de la coupe. Le nom est tiré de la coupe de référence. La Formation du Ruisseau Perry correspond aux sédiments intertill II-III de Chauvin (1979 a et b) et à l'unité B de Parent (1984, 1987).

La Formation du Ruisseau Perry fait en moyenne 3,8 m d'épaisseur; elle est constituée d'une alternance de rythmites et de diamictons. Des lits de graviers stratifiés, mal triés s'insèrent localement dans l'unité. Dans l'ensemble, la formation rappelle un dépôt glaciolacustre par l'omniprésence

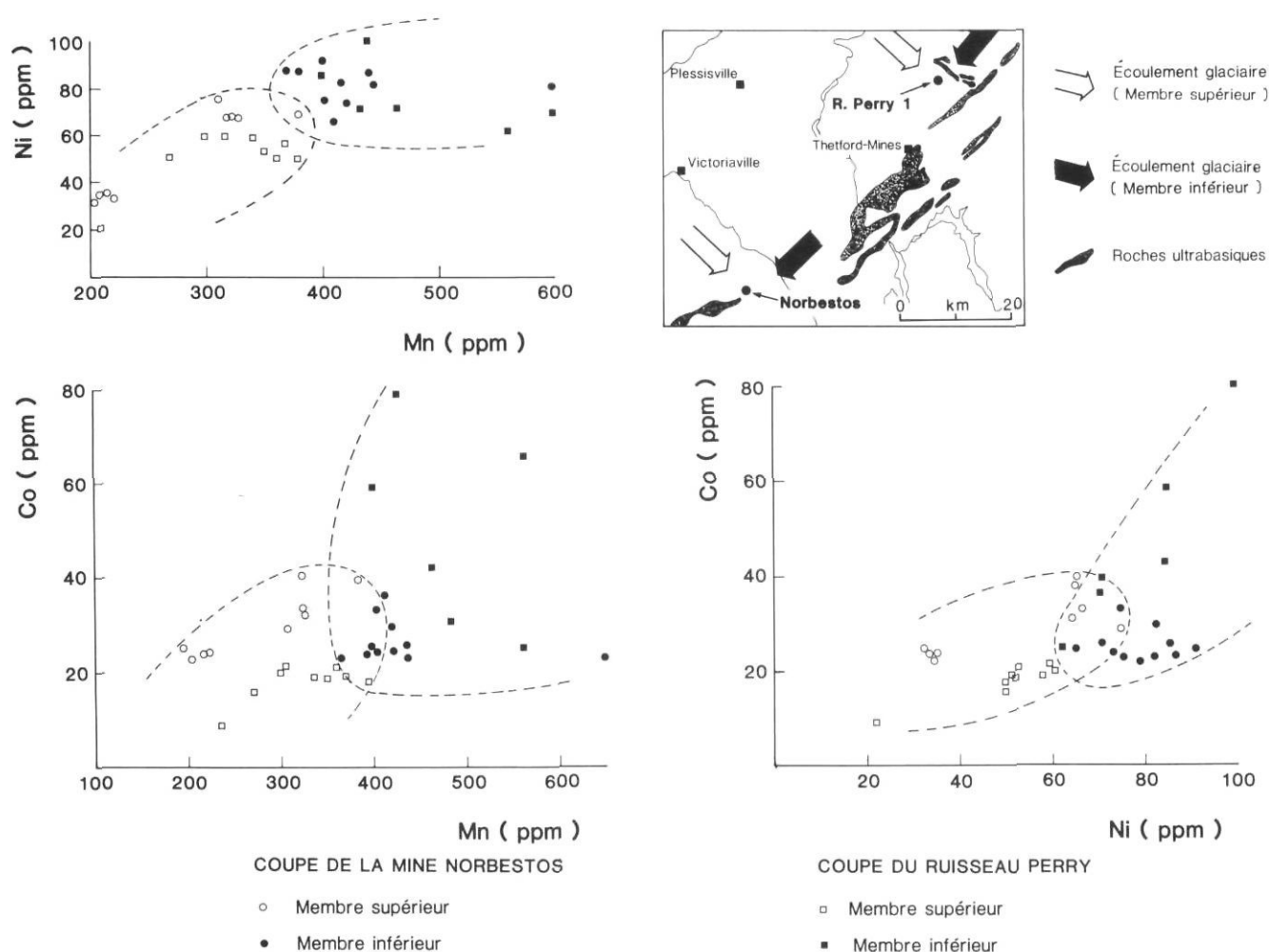


FIGURE 5. Analyses géochimiques de la fraction $< 63 \mu\text{m}$ des deux membres du Till de Norbestos aux sites n^{os} 1 et 10. Au coin supérieur droit, la carte montre l'emplacement de la bande ophiolitique par rapport aux deux sites analysés. Les flèches indiquent, pour chacun des membres, la direction de l'écoulement glaciaire fondée sur les données géochimiques.

Geochemical analyses of the $< 63 \mu\text{m}$ fraction for the two members of the Norbestos Till at sections # 1 and 10. The map in the upper right corner shows the location of the ophiolite band with respect to the sites studied. The arrows indicate the postulated ice-flow direction for each member.

des rythmites. Toutefois, ce qui caractérise et distingue la Formation du Ruisseau Perry c'est l'abondance des lits diamictiques intercalés dans la séquence. Le nombre et l'épaisseur de chacune des unités d'argile, de silt, de sable, de gravier et de diamicton diffèrent grandement de coupe en coupe, voire même à l'intérieur d'une même coupe. Pour cette raison, nous avons choisi de décrire cette formation en détail selon notre observation à deux coupes: à la coupe n^o 5 à la mine Norbestos qui en est la coupe type proposée (fig. 4) et à la coupe du ruisseau Perry qui en est la coupe de référence (Turcotte et Bouchard, 1986).

L'épaisseur de la Formation du Ruisseau Perry varie grandement le long du kilomètre de coupe exposée à la mine Norbestos, passant de moins de 1 à environ 10 m à la coupe n^o 5. Ici, la formation peut être subdivisée en trois parties (fig. 7):

1) La base est dominée par des diamictons. Six diamictons d'une épaisseur moyenne de 47 cm constituent l'essentiel des unités observées. Les unités diamictiques sont séparées

par de minces rythmites. Cinq de ces diamictons présentent un granoclassement normal et sont probablement le résultat de courants de turbidité dans un bassin lacustre restreint. Un de ces diamictons est massif, fortement caillouteux, à cailloux striés et sub-anguleux; il laisse entrevoir une courte récurrence de la glace.

2) La partie médiane est constituée d'une alternance de diamictons et de rythmites en proportions à peu près égales.

3) La partie supérieure de la formation est dominée par les unités de rythmites s'affinant vers le sommet. Seulement trois minces lits de diamictons massifs s'intercalent dans la séquence.

À la coupe de référence, l'épaisseur de la Formation du Ruisseau Perry varie le long de la coupe. La Formation atteint en moyenne 3,5 m d'épaisseur et est constituée du même type d'unités dans une séquence d'alternance comparable à celle de la coupe type. La séquence peut également être subdivisée en trois parties (fig. 8):

TABLEAU II

Lithologie de la fraction grossière (> 2 mm) du Till de Norbestos

		Membre supérieur		Membre inférieur	
		Total	\bar{X} (%)	Total	\bar{X} (%)
Coupe du ruisseau Perry	PC	21	2,26	3	,47
	UB	4	,43	4	,62
	SC	423	45,53	409	63,81
	FR	367	39,50	119	18,56
	QZ	114	12,27	106	16,54
		929		641	
		N = 9		N = 6	
Coupe de la mine Norbestos	PC	27	3,02	7	,63
	UB	38	4,25	71	6,41
	SC	319	35,64	435	39,26
	QZ	511	57,09	595	53,70
		895		1 108	
		N = 9		N = 11	

PC = Précambrien; UB = ultrabasique; SC = schistes; FR = fragments de roches; QZ = quartz; N = nombre d'échantillons.

1) La base est formée de micro-lits de silts et d'argile intensément déformés et plissés surmontés d'un diamicton massif, compact et caillouteux. Une série de rythmites se superposent à ce diamicton. D'une façon caractéristique, les rythmites montrent de la base au sommet: a) du sable fin, le plus souvent exhibant un granoclassement normal, b) du sable fin ou du silt, le plus souvent finement laminé, affecté de déformations, et enfin c) du silt ou de l'argile massive. L'unité sommitale de silt ou d'argile est souvent remplacée en partie ou en entier par un diamicton mince en contact graduel avec le sable sous-jacent.

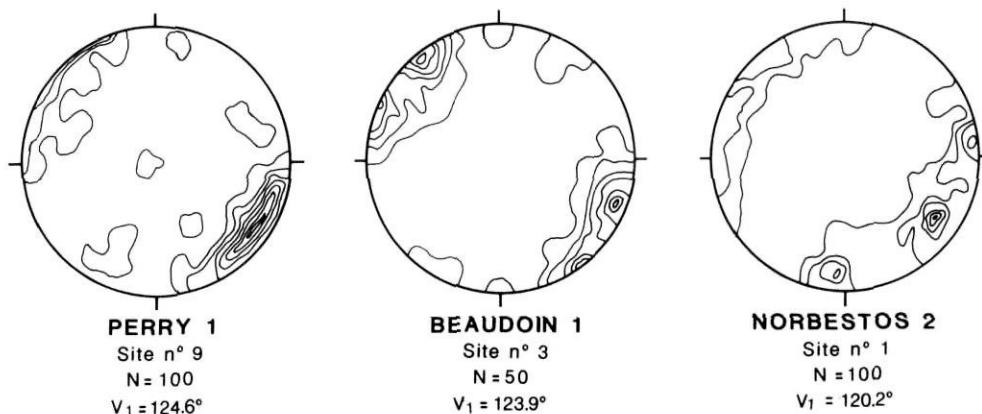
2) Dans la partie médiane, les six lits de diamictons sont plus épais. Ils sont séparés par de minces rythmites. Cinq diamictons sont massifs; un est grossièrement stratifié et composé de rythmites brisées et tordues.

3) La partie supérieure de la formation est constituée de rythmites déformées et fortement plissées.

Il est impossible de suivre les différentes unités de la formation de coupe en coupe. Ceci est particulièrement frappant à la coupe de la mine Norbestos ou la séquence glaciolacustre diffère d'une coupe à l'autre tant en épaisseur que par le type de sédiments. Il semble donc que les diamictons

TILL DE NORBESTOS

Membre supérieur



Membre inférieur



FIGURE 6. Diagrammes d'orientation des cailloux des deux membres du Till de Norbestos.

Characteristic diagrams of clasts orientation for the two members of the Norbestos Till.

soient le résultat de processus très circonscrits dans l'espace. En outre, les caractères sédimentologiques des diamictons indiquent qu'ils résultent de coulées gravitaires (coulée de débris ou courant de turbidité) ou du délestage de glaces flottantes ou de petites récurrences glaciaires.

En résumé, la Formation du Ruisseau Perry représente un épisode non glaciaire durant lequel un bassin lacustre a occupé l'ensemble de la région. Un front glaciaire devait occuper le versant nord des Appalaches de façon à bloquer l'exutoire naturel des principaux cours d'eau. Tout au long

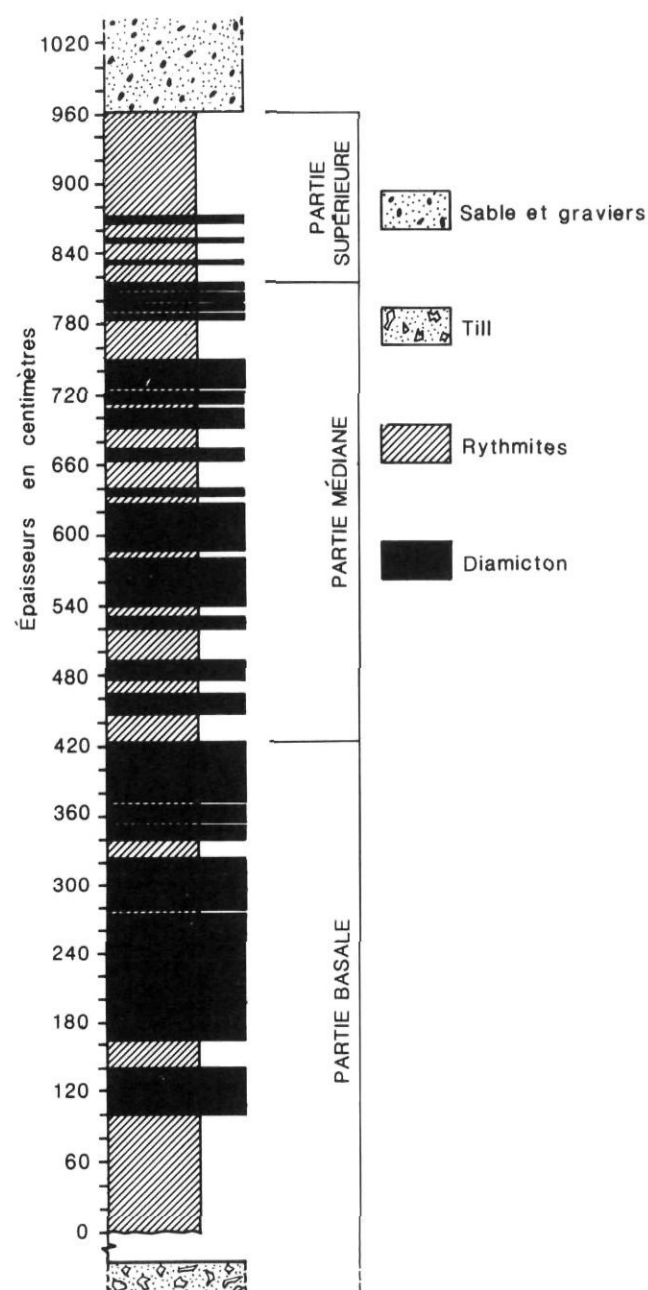


FIGURE 7. Alternance des unités rythmiques et des diamictons dans la Formation du Ruisseau Perry au site de la mine Norbestos.

The Ruisseau Perry Formation at the Norbestos site. The diagram shows the alternation of rhythmites and diamictites.

de l'existence de ce lac, des mécanismes de sédimentation menant à l'intercalation de diamictons dans des séquences de rythmites ont agi de façon répétitive. Dans l'ensemble, la Formation du Ruisseau Perry présente des caractères de proximité par rapport au front glaciaire et donne l'impression d'avoir été mise en place dans de petits bassins d'accumulation limités à des segments de vallées.

LE TILL DE THETFORD MINES

Le Till de Thetford Mines se retrouve partout dans la région. On l'observe dans les quatorze coupes décrites où il représente le till de surface. Aux interfluvés, le Till de Thetford Mines est mince (1 à 2 m) et s'apparente au till brun oxydé qu'on trouve en surface dans les régions avoisinantes des Appalaches (Shilts, 1981). Dans les vallées, où il est plus épais, il peut être subdivisé en deux ensembles distincts par la structure et la texture. Les deux ensembles sont considérés comme deux lithofaciès distincts, désignés respectivement le faciès inférieur et le faciès supérieur. Les analyses sur lesquelles sont fondées les descriptions des deux faciès proviennent principalement de sept coupes (coupes n^{os} 2, 5, 8, 11, 12, 13 et 14; fig. 3 a) (Valade *et al.*, 1982). En vertu du caractère régional de cette unité, le nom de la région étudiée lui a été attribué. Le Till de Thetford Mines correspond au till III de Chauvin (1979 a et b) et au «drift unit C» de Parent (1984, 1987).

Faciès inférieur

Le faciès inférieur est présent dans toutes les coupes étudiées où il fait en moyenne 3 m, mais, peut atteindre une épaisseur maximale de 10 m. Il repose toujours sur la Formation du Ruisseau Perry, et le contact entre les deux est très net.

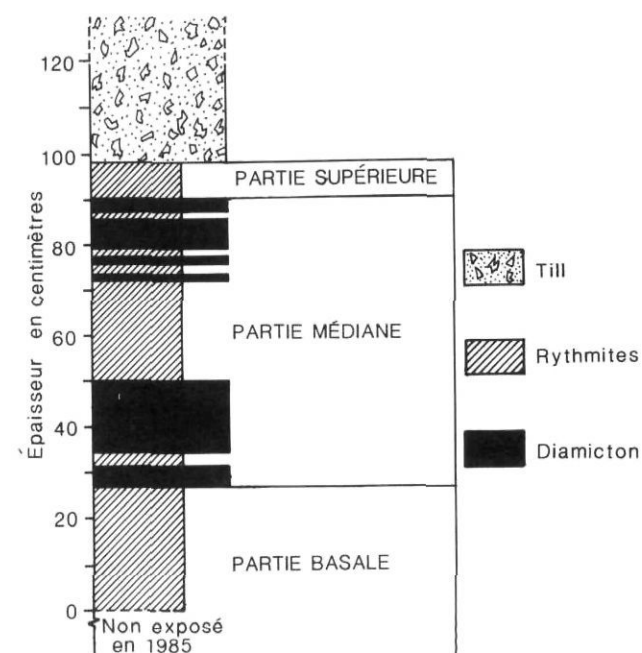


FIGURE 8. Alternance des unités rythmiques et des diamictons dans la Formation du Ruisseau Perry au site du ruisseau Perry.

The Ruisseau Perry Formation at the Ruisseau Perry site. The unit shows an alternation of rhythmites and diamictites.

Le faciès inférieur est un till gris, très compact et à matrice silteuse. Le taux de cailloux varie de 11 à 23 % et ceux-ci reflètent en grande partie les lithologies locales (55 à 87 %). La composition géochimique révèle des teneurs en Ni et Co de même niveau que le bruit de fond régional, ce qui sous-entend qu'il n'y a pas eu d'apport important de la bande ophiolitique. Les azimuts du principal eigenvecteur montrent clairement un alignement préférentiel des cailloux dans une direction NO-SE. Les maxima sont très bien marqués et le regroupement des données est très fort.

En général, ce till montre très peu de variations latérales et verticales, en ce qui a trait à sa texture, sa composition et sa structure. De par les caractéristiques énumérées précédemment, ce till a été mis en place à la base du glacier par un écoulement provenant du nord-ouest.

Faciès supérieur

Le faciès supérieur est présent de façon discontinue dans la région et il peut localement être recouvert des sédiments de la déglaciation. L'épaisseur moyenne de ce faciès est de 3 m et le maximum de 5 m. Il repose toujours sur le faciès inférieur en contact graduel. Localement, le contact est marqué par l'apparition de lentilles de sable ou de graviers. Ce till est presque entièrement de couleur brune, ce qui reflète l'oxydation à partir de la surface actuelle du sol. L'épaisseur moyenne de la zone d'oxydation dans les coupes de la région est d'environ 3 m. La limite inférieure de l'oxydation est conforme à la surface topographique et coïncide par endroits au contact entre les deux faciès.

Dans la région, le faciès supérieur renferme toujours davantage de granules et de sable (tabl. III), de cailloux et de blocs que le faciès inférieur. Les blocs contenus dans le faciès supérieur sont en général plus gros; ainsi, il est fréquent d'observer des blocs de 1 à 2 m de diamètre dans le faciès supérieur, alors qu'aucun bloc de cette taille n'a été observé dans le faciès inférieur. Enfin, les paramètres texturaux indiquent une plus grande variabilité dans le faciès supérieur (tabl. III). Parce qu'il est plus grossier, le faciès supérieur est probablement davantage perméable. Il est ainsi raisonnable de croire que la coïncidence occasionnelle de la limite inférieure de la zone d'oxydation avec le contact entre les deux faciès soit attribuable au contraste de texture entre les deux faciès du Till de Thetford Mines.

TABLEAU III

Données granulométriques de la matrice du Till de Thetford Mines

		Faciès supérieur	Faciès inférieur
Granules	\bar{X} (%)	13,03	9,78
	C.V. (%)	76,5	32,3
Sable	\bar{X} (%)	43,11	34,17
	C.V. (%)	24,7	15,2
Silt et argile	\bar{X} (%)	43,86	56,3
	C.V. (%)	40,9	12,4

\bar{X} = moyenne; C.V. = coefficient de variation

Le faciès supérieur montre les caractéristiques structurales suivantes:

1) Les diagrammes d'orientation et d'inclinaison des cailloux ne montrent aucun maximum; en fait, il s'agit de populations multimodales et, dans certains cas, on observe même un arrangement en ceintures (fig. 9). En ce sens, les données azimutales de VI ne sont pas significatives. Il est à noter qu'on observe ici les plus fortes valeurs de plongée de VI, soit 41,4°. Le faciès supérieur du Till de Thetford Mines représente le groupe le plus variable en ce qui concerne l'orientation et l'inclinaison des cailloux. Par la structure des diagrammes, le faible regroupement des données, la grande variabilité dans les mesures d'azimuts et d'inclinaisons, ces observations s'apparentent aux résultats obtenus par Lawson (1979) pour les coulées gravitaires.

2) La présence, à certains endroits, de lentilles de sable et de graviers fins stratifiés est attribuée à la circulation d'eau pendant ou peu après la mise en place du sédiment dans lequel ces lentilles sont incluses; ce type de lenticularisation dans les diamictons glaciaires est fréquemment associé aux tills de fusion (Bouchard, 1980; Rappol, 1983).

Dans l'ensemble, les deux faciès du Till de Thetford Mines ne montrent aucune différence de composition, tant au niveau de la lithologie de la fraction grossière que celui de la géochimie de la fraction fine (tabl. IV). Seule la coupe du ruisseau Dupuis (coupe n° 12, fig. 3a) située au sud-est du complexe ophiolitique montre un enrichissement en Ni et Co dans le faciès inférieur. Ailleurs, dans les six coupes localisées au nord et à l'ouest du complexe ophiolitique, les teneurs en Ni et Co sont quasi identiques pour les deux faciès. Nonobstant cette absence de différence dans les teneurs en Ni et Co indiquée par nos données, Rencz et Shilts (1980) ont trouvé un enrichissement en Ni et Cr dans le till de surface de la région de Petit Lac située juste au nord du complexe ophiolitique de Thetford Mines.

L'absence de différence importante dans la composition des deux faciès les associe donc à un même événement glaciaire. Cependant, les principales caractéristiques texturales et structurales des deux faciès les différencient quant au

TABLEAU IV

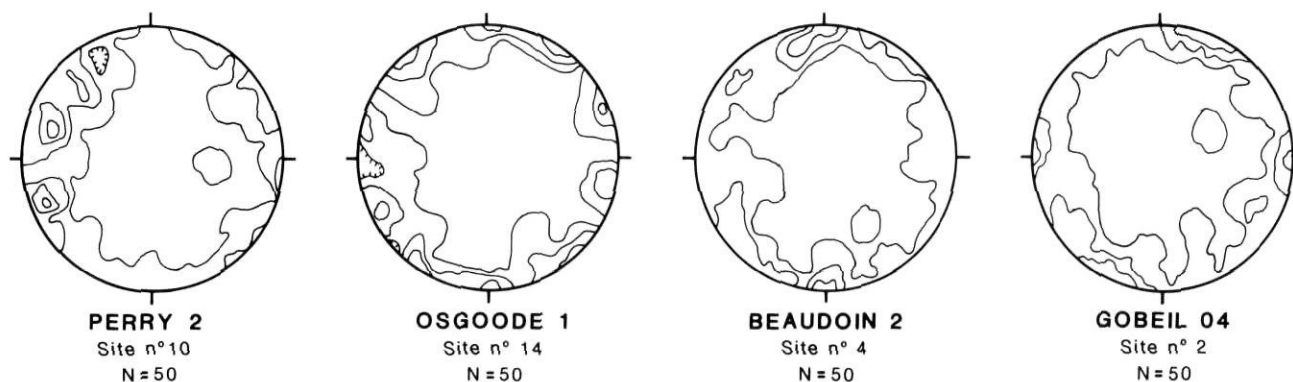
Teneurs géochimiques de la matrice du Till de Thetford Mines

	Faciès supérieur		Faciès inférieur	
	\bar{X} (ppm)	étendue (ppm)	\bar{X} (ppm)	étendue (ppm)
1. Coupes au nord et à l'ouest du complexe ophiolitique (nos 2, 5, 8, 11, 13 et 14, fig. 3a)	Ni	42,8	25 à 71	42,8
	Co	23,3	15 à 31	27,8
2. Coupe Dupuis au sud-est du complexe ophiolitique (12, fig. 3a)	Ni	60	58 à 62	229
	Co	19,5	19 à 20	57,2
				140 à 275
				51 à 75

\bar{X} = Moyenne

TILL DE THETFORD MINES

Faciès supérieur



Faciès inférieur

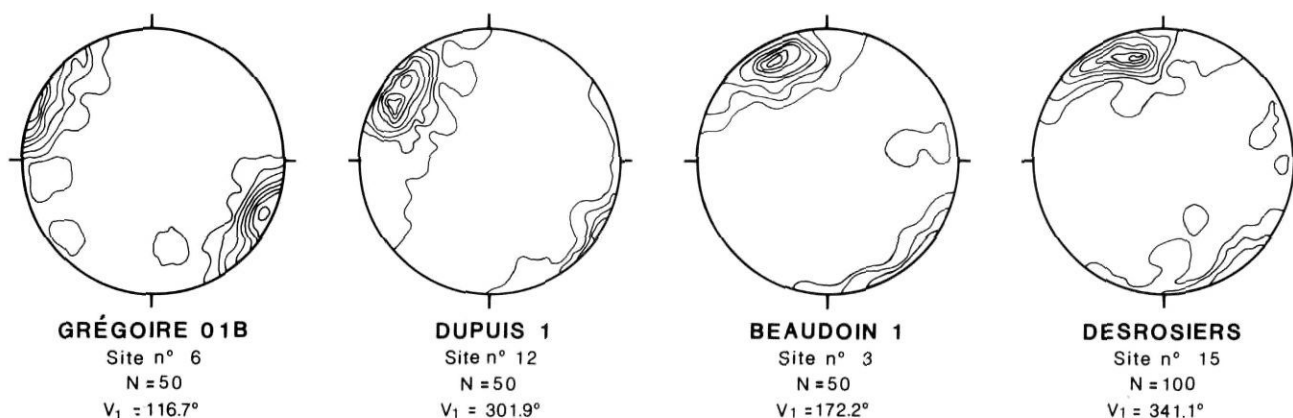


FIGURE 9. Diagrammes d'orientation des cailloux des deux faciès du Till de Thetford Mines.

Characteristic diagrams of clasts orientation for the two facies of the Thetford Mines Till.

mode de sédimentation: le faciès inférieur est associé à un écoulement glaciaire en provenance du nord-ouest et a été mis en place à la base de cette glace; par ailleurs, le faciès supérieur est associé au même glacier, mais sa mise en place s'est effectuée en partie par la fusion de glace stagnante et en partie par des mouvements gravitaires sur des masses de glace en décrépitude.

Le faciès supérieur du Till de Thetford Mines est recouvert par endroits des sédiments de la déglaciation. Ils regroupent: 1) les sédiments lacustres qui se présentent soit sous forme de rythmites silteuses et argileuses, soit sous forme de lits de sable stratifié, bien trié; 2) les sédiments fluvio-glaciaires et de contact glaciaire qui incorporent des lits de sable et graviers stratifiés mal triés.

DISCUSSION

STRATIGRAPHIE ET SÉQUENCE DES MOUVEMENTS GLACIAIRES

Lamarche (1971, 1974), Lortie (1975, 1976), puis Lortie et Martineau (1987) ont établi une chronologie des écoulements glaciaires dans la région de Thetford Mines-Asbestos à partir des marques d'érosion glaciaire sur la roche en place. Trois systèmes principaux révèlent trois grands mouvements gla-

ciaires: un premier système vers l'ouest et le sud-ouest, suivi d'un système majeur vers le sud-est qui à son tour est recoupé par un système vers le nord et l'ouest (fig. 10). Bien que la répartition géographique et l'importance statistique de chacun des systèmes diffèrent à l'intérieur de la région (Lortie et Martineau, 1987) il nous apparaît possible d'établir une correspondance entre les unités stratigraphiques décrites ici et les systèmes de stries.

Le premier mouvement vers l'ouest précédant celui vers le sud-est correspondrait au membre inférieur du Till de Norbestos. Le deuxième système vers le sud-est s'étend à tout le Québec méridional. À ce système s'associe un transport glaciaire important, particulièrement bien marqué au sud du complexe ophiolitique de Thetford Mines par des traînées d'indicateurs ultramafiques (Lortie, 1976; Shilts, 1973 a et b). Il est probable que cet écoulement glaciaire vers le sud-est ait mis en place le membre supérieur du Till de Norbestos de même que le Till de Thetford Mines.

Les écoulements tardifs vers le nord et l'ouest ont pu précéder ou accompagner la mise en place finale de la partie supérieure du Till de Thetford Mines (Valade *et al.*, 1982). Ces écoulements sont clairement identifiés par les marques d'érosion sur la roche en place et les dispersions de blocs

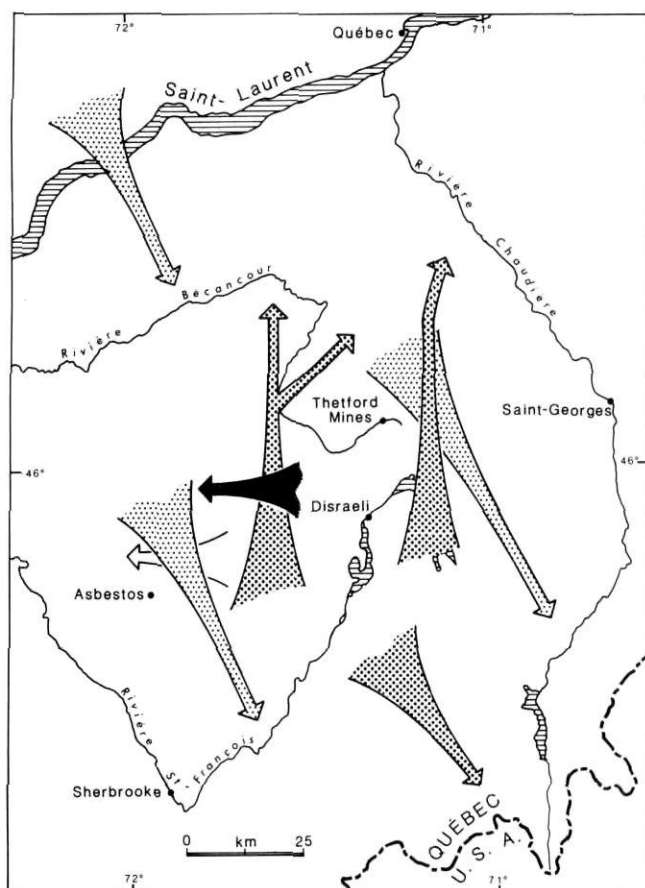


FIGURE 10. Succession des écoulements glaciaires dans la région de Thetford Mines-Asbestos. La direction des écoulements glaciaires est fondée principalement sur les marques d'érosion glaciaire observées sur la roche en place (d'après Lortie, 1976).

Succession of ice flows in the Thetford Mines-Asbestos area. The ice flow directions are mainly based on glacial erosional features made on bedrock (after Lortie, 1976).

erratiques au nord de sources connues. Cependant, aucun patron net de dispersion vers le nord des éléments en trace n'a pu être décelé dans le till de surface que l'on présume être le Till de Thetford Mines (Lortie, 1976; Shilts, 1973 a et b).

La région de Thetford Mines-Asbestos est remarquablement dépourvue de constructions morainiques importantes marquant des haltes ou des positions stables d'un front glaciaire actif en retrait. En fait, la région se trouve entre deux grands complexes morainiques, celui que l'on appelle ici Sherbrooke-Mégantic au sud-est (Parent, 1984), et celui des Hautes Terres appalachiennes à l'ouest et au nord-ouest (Gadd, 1964) (fig. 11). Bien qu'il existe des rides morainiques dans la région d'Asbestos (Clément et Parent, 1977), leur absence dans la région de Thetford Mines ainsi que les caractéristiques sédimentologiques du faciès supérieur du Till de Thetford Mines indiquent une stagnation généralisée de la dernière masse glaciaire qui a envahi la région. Selon Valade *et al.* (1982), la stagnation régionale aurait suivi de peu l'inversion de l'écoulement.

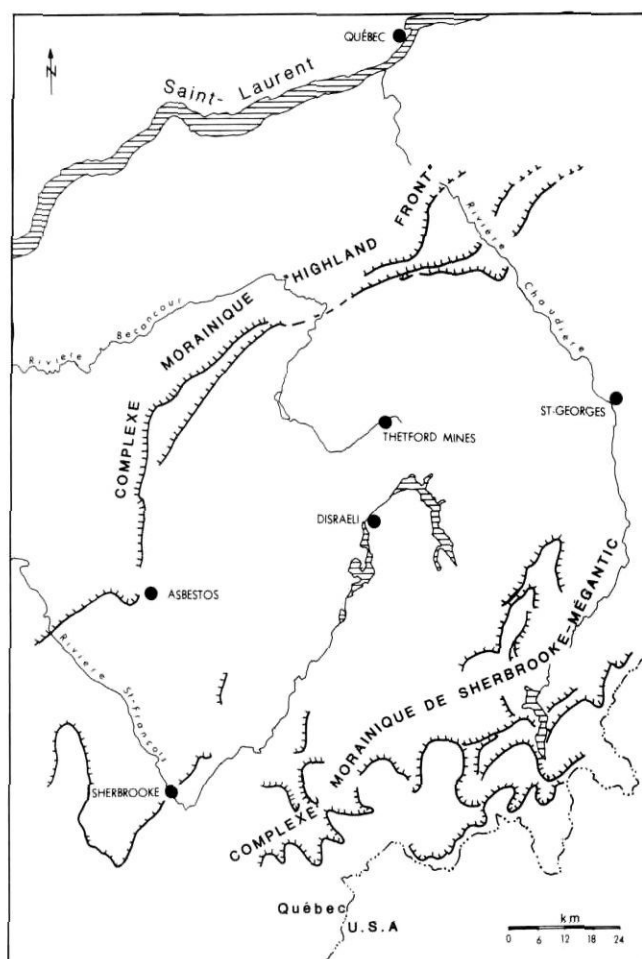


FIGURE 11. Localisation des deux grands complexes morainiques bordant la région de Thetford Mines-Asbestos.

Location of the two morainic belts bordering the study area.

CORRÉLATIONS STRATIGRAPHIQUES AVEC LES RÉGIONS LIMITOPHES

Comme nous l'avons vu précédemment, la stratigraphie du Pléistocène de la partie supérieure des bassins des rivières Nicolet et Bécancour se résume à trois unités lithostratigraphiques. La plus ancienne et la plus récente représentent des périodes glaciaires, alors que l'unité intermédiaire implique un recul du front glaciaire au nord-nord-ouest de la région créant ainsi un environnement glaciolacustre. À l'est et au nord-est de notre région, dans la vallée de la rivière Chaudière, Shilts et Smith (1986 a et b, 1987) décrivent une séquence composée de deux unités non glaciaires intercalées entre trois tills. La corrélation entre cette séquence et celle de la région de Thetford Mines-Asbestos se fonde sur l'homotaxie des unités (fig. 12). La Formation du Ruisseau Perry correspond à la Formation de Gayhurst, alors que les tills de Norbestos et de Thetford Mines sont respectivement les équivalents des tills de la Chaudière et de Lennoxville.

Au nord-ouest de la région étudiée les rivières Nicolet et Bécancour débouchent dans les basses terres du Saint-

Bassins des rivières Nicolet et Bécancour Région de Thetford Mines-Asbestos	Bassin de la rivière Chaudière (Shilts et Smith, 1986, a,b, 1987)
	Sédiments marins
Till de Thetford Mines Formation du Ruisseau Perry Till de Norbestos	Till de Lennoxville Formation de Gayhurst Till de la Chaudière
	Formation de Massawippi
	Till de Johnville

FIGURE 12. Corrélations entre la stratigraphie pléistocène du bassin de la rivière Chaudière (Shilts et Smith, 1986a et b, 1987) et celle des bassins des rivières Nicolet et Bécancour, région de Thetford Mines-Asbestos.

Correlations between the Pleistocene stratigraphies of the Chaudière valley (Shilts and Smith, 1986a and b, 1987) and the Nicolet and Bécancour river valleys, Thetford Mines-Asbestos area.

Laurent. La stratigraphie de cette région a récemment été révisée par Lamothe (1985, 1987). Il décrit au sommet de la séquence du Pléistocène deux tills séparés par un épisode non glaciaire (fig. 13). L'absence de renseignements géochronologiques sur les unités de la région de Thetford Mines-Asbestos rend la corrélation avec la stratigraphie des basses terres du Saint-Laurent incertaine. Toutefois, en s'appuyant principalement sur la succession des unités et la provenance des tills, nous avançons l'hypothèse de corrélation suivante: le Till de Norbestos est associé au Till sans nom du Stade de Nicolet, la Formation du Ruisseau Perry est l'équivalent des Sédiments de Saint-Pierre, alors que le Till de Gentilly correspond au Till de Thetford Mines (fig. 13).

CONCLUSION

Trois unités résument l'histoire de la région de Thetford Mines-Asbestos au Wisconsinien. À la base, le Till de Norbestos se subdivise en deux membres distincts quant à la composition de la fraction fine et grossière et aux éléments structuraux. Chacun de ces membres témoigne d'une provenance glaciaire distincte: le membre inférieur traduit une mise en place par un flux glaciaire en provenance du nord-est, alors que le membre supérieur aurait été mis en place par une glace s'écoulant du nord-ouest vers le sud-est. L'absence, entre les deux membres, d'une zone d'altération et de dépôts interstadias suppose une englaciation continue de la région durant la mise en place de cette unité.

La deuxième unité, la Formation du Ruisseau Perry, représente un environnement glaciolacustre. L'abondance des lits de diamictons intercalés entre des lits rythmiques permet d'imaginer un milieu de sédimentation très près du front glaciaire, c'est-à-dire en situation dite proximale. Coulées de débris, courants de turbidité et délestage de glaces flottantes sont les principaux mécanismes qui ont mené à la mise en place des diamictons. Il n'est cependant pas exclus que certains diamictons soient le résultat de petites récurrences du front glaciaire.

Le Till de Thetford Mines représente le plus récent dépôt glaciaire de la région. Des différences au niveau textural et

	Basses terres du Saint-Laurent (Lamothe, 1985)	Région de Thetford Mines-Asbestos
	Sédiments de la Mer de Champlain	
Stade de Trois-Rivières	Till de Gentilly	Till de Thetford Mines
Interstade de Saint-Pierre II	Sédiments de Saint-Pierre	Formation du Ruisseau Perry
Stade de Nicolet	Till (till sans nom) Varves du Cap Lévrard Varves de Deschailions et de la Rivière aux Vaches	Till de Norbestos
Interstade de Saint-Pierre I	Sables de Deschailions	
Stade de Saint-Laurent	Varves (Varves de Pierreville ?) Till de Bécancour (Till d'Odanak)	

FIGURE 13. Corrélations entre la stratigraphie pléistocène des basses terres du Saint-Laurent (Lamothe, 1985, 1987) et celle de la région de Thetford Mines-Asbestos.

Correlations between the Pleistocene stratigraphies of the St. Lawrence Lowlands (Lamothe, 1985, 1987) and the Thetford Mines-Asbestos area.

structural permettent d'identifier deux lithofaciès: le faciès inférieur a été mis en place à la base du glacier par un écoulement vers le sud-est, tandis que le faciès supérieur s'apparente à un till de fusion mis en place au cours de l'avancée glaciaire de Thetford Mines, au moment de sa stagnation finale.

Cette séquence de deux unités glaciaires où s'intercale un épisode de déglaciation s'apparente très bien à la partie supérieure des séquences pléistocènes du bassin de la rivière Chaudière et des basses terres du Saint-Laurent. Ainsi, la Formation du Ruisseau Perry correspondrait à la Formation de Gayhurst et aux Sédiments de Saint-Pierre; le Till de Norbestos serait associé au Till de la Chaudière et au Till sans nom; et finalement le Till de Thetford Mines serait l'équivalent du Till de Lennoxville et du Till de Gentilly.

RÉFÉRENCES

- Bouchard, M. A., 1980. Late Quaternary geology, Témiscamie area, Central Québec, Canada. Thèse de Ph.D., McGill University, 284 p.
- Bouchard, M. A., Lortie, G., Turcotte, P. et Chauvin, L., 1987. Pleistocene stratigraphy in the southern Appalachians of southern Québec: The Thetford Mines-Asbestos area, p. 140-159. In M. Lamothe, éd., Pleistocene stratigraphy in the St. Lawrence Lowland and the Appalachians of southern Québec: A field guide. Collection Environnement et Géologie (sous la direction de C. E. Delisle et M. A. Bouchard), vol. 4, 201 p.
- Chauvin, L., 1979a. Dépôts meubles de la région de Thetford Mines-Victoriaville. Ministère des Richesses naturelles, Québec, DPV-622, 20 p.
- 1979b. Géologie des dépôts meubles, région d'Asbestos-Disraeli. Ministère des Richesses naturelles, Québec, DPV-716, 13 p.
- 1982. La stratigraphie du Quaternaire de la région de Thetford Mines, Québec. Annales de l'ACFAS, vol. 49, p. 133.
- Clark, T. H. et Globensky, Y., 1973. Région de Portneuf et parties de Lyster, comtés de Portneuf et de Lotbinière. Ministère des Richesses naturelles, Québec, RG 148, 110 p.
- Clément, P. et Parent, M., 1977. Contribution à l'étude de la déglaciation wisconsinienne dans le centre des Cantons de l'Est. Géographie physique et Quaternaire, 31: 217-228.

- Gadd, N. R., 1964. Moraines in the Appalachian region of Québec. *Geological Society of America Bulletin*, 75: 1249-1254.
- 1971. Pleistocene geology of the central St. Lawrence Lowlands. *Geological survey of Canada, Memoir* 359, 153 p.
- Gauthier, M., 1985. Synthèse métallogénique de l'Estrie et de la Beauce (secteur sud). Ministère de l'Énergie et des Ressources, Québec, MB 85-20, 186 p.
- Harron, G. A., 1976. Métallogénèse des gîtes de sulfure des Cantons de l'Est. Ministère des Richesses naturelles, Québec, Es 27, 42 p.
- Lamarche, R. Y., 1971. Northward moving ice in the Thetford Mines area of southern Québec. *American Journal of Sciences*, 271: 383-388.
- 1974. Southeastward, northward and westward ice movement in the Asbestos area of southern Québec. *Geological Society of America Bulletin*, 85: 465-470.
- Lamothe, M., 1985. Lithostratigraphy and geochronology of the Quaternary deposits of the Pierreville and St-Pierre les Becquets area, Québec. Thèse de Ph.D., University of Western Ontario.
- 1987. Pleistocene stratigraphy in the St. Lawrence Lowland: the Central St-Lawrence Lowland, p. 15-41. *In* M. Lamothe, éd., *Pleistocene stratigraphy in the St. Lawrence Lowland and the Appalachians of southern Québec: A field guide*. Collection Environnement et Géologie (sous la direction de C. E. Delisle et M. A. Bouchard), vol. 4, 201 p.
- Lawson, D. E., 1979. A comparison of the pebble orientations in ice and deposits of the Matanuska glacier, Alaska. *Journal of Geology*, 87: 629-645.
- Lortie, G., 1975. Direction d'écoulement des glaciers du Pléistocène des Cantons de l'Est, Québec. Commission géologique du Canada, report of activities, part A, paper 75-1A: 415-416.
- 1976. Les écoulements glaciaires wisconsinien dans les Cantons de l'Est et la Beauce, Québec. Thèse de maîtrise, Université McGill, 219 p.
- Lortie, G., et Martineau, G., 1987. Les systèmes de stries glaciaires dans les Appalaches du Québec. Ministère de l'Énergie et des Ressources, Québec, DV 85-10, 45 p.
- Maurice, Y. T., 1986. Résultats et interprétations d'un levé géochimique de minéraux lourds, régions de l'Estrie et de la Beauce, Québec. Commission géologique du Canada, dossier public 1332, 21 p.
- McDonald, B. C. et Shilts, W. W., 1971. Quaternary stratigraphy and events in southeastern Québec. *Geological Society of America Bulletin*, 82: 683-698.
- Mark, D. M., 1973. Analysis of axial orientation data, including till fabrics. *Geological Society of America Bulletin*, 84: 1369-1374.
- 1974. On the interpretation of till fabrics. *Geology*, 2: 101-104.
- Parent, M., 1984. Le Quaternaire de la région d'Asbestos-Valcourt: aspects stratigraphiques, p. 2-25. *In* M. Parent, J. M. Dubois et Q. H. Gwyn, éd., *Le Quaternaire du Québec méridional: aspects stratigraphiques et géomorphologiques*. AQQUA, V^e congrès, livret-guide d'excursion, 83 p.
- 1987. Pleistocene stratigraphy in the southern Appalachians of southern Québec: the Asbestos-Valcourt area, p. 102-139. *In* M. Lamothe, éd., *Pleistocene stratigraphy in the St. Lawrence Lowland and the Appalachians of southern Québec: A field guide*. Collection Environnement et Géologie (sous la direction de C. E. Delisle et M. A. Bouchard), vol. 4, 201 p.
- Rappol, M., 1983. Glacigenic properties of till, Studies in glacial sedimentology from the Allgäu Alps and the Netherlands. *Publ. Fys. Geogr. Bodemk. Lab.*, Amsterdam 34, 225 p.
- Rencz, A. N. et Shilts, W. W., 1980. Nickel in soils and vegetation of glaciated terrains, p. 151-188. *In* J. O. Nriagu, éd., *Nickel in the environment*. Wiley, New York.
- Saarnisto, M. et Taipale, K., 1985. Lithology and trace metal content in till in the Kuhmo granite-greenstone terrain, eastern Finland. *Journal of Geochemical Exploration*, 24: 317-336.
- Sanford, B. V. et Grant, G. M., 1977. Carte 1399A, Physiography of Eastern Canada and adjacent areas. Geological Survey of Canada, 1/2 000 000.
- Shilts, W. W., 1973a. Till indicator train formed by glacial transport of nickel and other ultrabasic components: a model for drift prospecting. Geological Survey of Canada, report of activities, part A, paper 73-1A: 213-218.
- 1973b. Glacial dispersal of rocks, mineral and trace elements in Wisconsinan till southeastern Québec, Canada. *Geological Society of America, Memoir* 136: 189-219.
- 1978. Detailed sedimentological study of till sheets in a stratigraphic section, Samson River, Québec. Geological Survey of Canada, Bulletin 285, 27 p.
- 1981. Surficial geology of the Lac Mégantic area, Québec. Geological Survey of Canada, Memoir 397, 102 p.
- Shilts, W. W. et Smith, S. L., 1986a. Stratigraphy of placer gold deposits: overburden drilling in Chaudière valley, Québec. Geological Survey of Canada, Current Research, part A, paper 86-1A: 703-712.
- 1986b. Stratigraphic setting of buried gold-bearing sediments, Beauceville area, Québec. Geological Survey of Canada, Current Research, part B, paper 86-1B: 271-278.
- 1987. Pleistocene stratigraphy in the Appalachians of southern Québec, p. 72-101. *In* M. Lamothe, éd., *Pleistocene stratigraphy in the St. Lawrence Lowland and the Appalachians of southern Québec: A field guide*. Collection Environnement et Géologie (sous la direction de C. E. Delisle et M. A. Bouchard), vol. 4, 201 p.
- St-Julien, P., 1972. La tectonique appalachienne dans les Cantons de l'Est de la province de Québec. Congrès international de géologie, livret-guide d'excursion, excursion B-21.
- Turcotte, P. et Bouchard, M. A., 1986. Étude sédimentologique de la Formation du Ruisseau-Perry. *Annales de l'ACFAS*, 54: 215.
- Valade, M., Bouchard, M. A. et Chauvin, L., 1982. Pétrologie du till de surface et déglaciation de la région de Thetford Mines, Québec. *Annales de l'ACFAS*, 49: 128.

ANNEXE

LOCALISATION ET DESCRIPTION DES COUPES TYPES
ET DE RÉFÉRENCE

1. Coupe de la mine Norbestos: coupe type du Till de Norbestos et de la Formation du Ruisseau Perry (Carte topographique: 21E/13, Lat.: 45°49'N, Long.: 71°51'O)

Cette coupe type est constituée d'une série de coupes dans des sédiments meubles sur la rive nord d'un lac artificiel créé par la compagnie Norbestos lors de l'exploitation du site pour le minerai d'amiante. Les coupes sont facilement accessibles par le sentier aménagé par la compagnie. Le sentier rejoint la route à 300 m au sud-ouest de l'intersection entre la route passant par le village de Saint-Rémi-de-Tingwick et celle provenant de Tingwick. Le sentier fait environ 1,8 km et mène à l'extrémité nord-est du lac. De là on doit suivre la rive nord du lac et marcher environ 250 m en direction ouest pour atteindre la première coupe.

Unités (numérotation de la base au sommet)	Altitude par rapport au niveau moyen du lac (en m)
	22
Éboulis	20
5. Interstratification de rythmites silteuses et sablonneuses et de sable et graviers mal triés et fortement oxydés	14
4. Till gris silteux très caillouteux massif, compact et homogène. Quelques gros blocs présents.	12
3. Interstratification de rythmites et diamictons. Structures de déformation dans les rythmites.	9,4
2. Till gris, sablonneux, peu caillouteux, massif et compact. Quelques fractures.	8
1. Till gris vert, silteux, moyennement caillouteux, massif, compact et homogène. Sommet marqué par un alignement de blocs.	0

2. Coupe du ruisseau Perry: coupe de référence (Carte topographique: 21L/3, Lat.: 46°14'N, Long.: 71°15'O)

La coupe principale est située sur la rive gauche du ruisseau Perry à 850 m en aval de la route orientée SO-NE et passant par le hameau de Custeau. Le large sentier aménagé pour des travaux de coupes de bois longeant le ruisseau sur la

rive droite mène en face de la coupe principale. La rivière peut être traversée à gué relativement facilement. Deux autres coupes moins bien exposées se trouvent de part et d'autre de la coupe principale: l'une sur la rive gauche du ruisseau Perry à environ 200 m en amont de la coupe principale; la seconde sur la rive droite du ruisseau Perry à environ 450 m de la coupe principale.

En 1984-1985, les 10 m inférieurs de la coupe étaient masqués par des éboulis. Nous utiliserons donc pour la description de cette partie les observations de Luc Chauvin de 1978.

Unités (numérotation de la base au sommet)	Altitude par rapport au niveau moyen de la rivière (en m)
	23
7. Till brun sablonneux, compact, devenant lâche vers le sommet. Stratifications sableuses sub-horizontales.	20
6. Till gris, moyennement caillouteux, compact, massif et homogène. Grains de pyrite abondants	15
5. Interstratification de rythmites et de diamictons. Les lits fins des rythmites sont souvent constitués d'argile rouge et incorporent localement des cailloux ou se terminent par des diamictons argileux.	12,6
4. Diamicton gris, compact, homogène et moyennement caillouteux.	11,8
3. Alternance de micro-lits gris et rouges, d'argile et silt intensément plissés et déformés.	11,5
2. Till gris, compact, homogène avec des plans de cisaillement.	1,5
1. Till gris-vert, compact, peu caillouteux. À environ 1 m de la base on observe un lit de till rouge sur une épaisseur d'environ 40 cm.	0

3. Coupe du ruisseau Dupuis: coupe type du Till de Thetford Mines (Carte topographique: 21L/3, Lat.: 46°07'N, Long.: 71°01'O)

La coupe se situe sur la rive nord du ruisseau Dupuis. Le ruisseau croise la route à quelque 2,5 km au sud-est du village de Sainte-Clothilde. La coupe est à environ 850 m au nord-est.

Unités (numérotation de la base au sommet)	Altitude par rapport au niveau moyen de la rivière (en m)
	12,8
4. Till brun, sablonneux, peu caillouteux avec des lentilles de sable de quelques centimètres.	
	8,5
3. Till gris, argileux, massif, compact et homogène. Abondance de grains de pyrite.	
	4,1
2. Interstratification de rythmites silteuses et de diamictons.	
	1,3
1. Till gris, caillouteux, massif et homogène.	
	0